

Dossier Energie

Ici vous trouverez tout mon retour d'expérience sur l'énergie que ce soit la production ou les économies.

Pour rappel c'est une maison de 1957 dans son jus.

1. Eclairage solaire autonome	1
2. Chargeurs solaires et prises 12V.	5
3. Prises Vertes 12v.	5
4. Autoconsommation solaire.	8
5. Réduction de la puissance du ballon	11
6. PV routeurs.....	11
7. Réduction des consommations de gaz de ville (acte1).	12
8. Calorifugeage de la chaudière.....	13
9. Réduction des consommations de gaz de ville (acte2).	13
10. Pose d'un chauffe-eau.....	15
11. A savoir pour les ballons d'ECS.....	15
12. Réduction de la température de chauffe de l'ECS	16
13. Réduction des consommations de gaz de ville (acte3).	16
14. Chauffage solaire.....	17
15. Autre Chauffage solaire	20
16. Les fournisseurs d'énergies	22
17. Les aides disponibles :	22
18. Mes résultats	22
19. Bibliographie.....	23

Electricité

1. Eclairage solaire autonome

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

En 2007, suite à curiosité j'ai voulu tester l'efficacité de panneaux solaire pour un passage en 220V pour de l'éclairage, j'ai très vite constaté que la conversion 12v DC-220v AC était sans intérêt vu le pourcentage de perte lors de la conversion en 220v (au-delà du risque à jouer avec cette tension). J'ai donc décidé de garder tous les avantages du 12v DC dans la mesure où il est possible de la stocker et que les ampoules 12v sont disponibles aux formats traditionnels (E14-E27). Cela m'a donc « éclairé » sur les possibilités de mes 24W de panneaux solaires pendant quelques années.

En achetant la maison en 2015, j'ai donc utilisé cette expérience pour passer une partie de l'éclairage de la maison sur un réseau isolé 12V alimenté par 175W de panneaux et une batterie de voiture ne tenant plus les charges d'hivers par temps froid.

La zone impactée est le salon et la cuisine.



Pour limiter la consommation de cette ensemble, L'éclairage est de type spot led 12V avec les GU5.3 , un modèle classique que l'on trouve partout, et où il a juste fallu retirer/ne pas installer le transformateur 220/12v généralement présent au niveau des supports.



L'avantage dans l'histoire est que nous somme passé d'un 12v alternatif qui peut fatiguer à la longue par un scintillement 50hz non visible à l'œil nu, vers une lumière constante.

Le soleil n'étant pas quelque chose de constant en production, un micro relais et un transformateur prennent le pas sur le solaire, lorsque la batterie à restitué une grosse partie de sa charge (et aussi pour sa protection personnelle)

Coté travaux :Ce genre de modification est mineure, le fusible actuel de l'éclairage de la pièce ne doit de fait , ne plus être sur le 220V mais sur un réseau 12V.

Pour des raisons de sécurité j'ai personnellement choisi de séparer mes courants faibles par rajout d'un tableau électrique et en partant sur une double protection par fusible au niveau de la batterie et au niveau des charges.

La charge de la batterie étant assurée par un contrôleur de charge solaire classique.

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

Ce panneau électrique est un recyclage de mon ancien panneau électrique.



Pour la gestion de la commutation, j'ai fait le choix d'un relais temporisé programmable 12V qui lors de la coupure va fermer un circuit 220V qui va alimenter un transformateur 220/12v au format DIN. Ce temps d'alimentation secouru secteur est défini par le relais. (Actuellement placé sur 3h)



Concernant les dépenses pour ce projet, le contrôleur de charge se trouve dans les 10 euros et le panneau dans les 1€/w sur leboncoin. (Soit 175 euros de panneaux)
Les ampoules sont de type LED, acheté principalement sur [internet](#) par lot de 10 pour 40 euros (en blanc chaud)

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>
Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

La batterie étant de récupération, c'est une batterie de voiture qui ne tient plus la charge à froid, mais reste suffisante pour cette tâche.

Le relais de chez Conrad : [30 euros](#) et [30 euros](#) pour le convertisseur
Soit pour ce projet une somme de 300 euros plus les petits accessoires.

La production en KW/h par an est d'environ 75% de 1kw/par w installé.

Mais ce qui est recherché ici c'est le confort d'avoir toujours de l'éclairage même lors des coupures électriques hivernales.

Les évolutions futures seront de faire une « montée en capacité de stockage » et production pour pouvoir passer tout l'éclairage de la maison sur ce mode de consommation.

Temps passé : 7 jours.

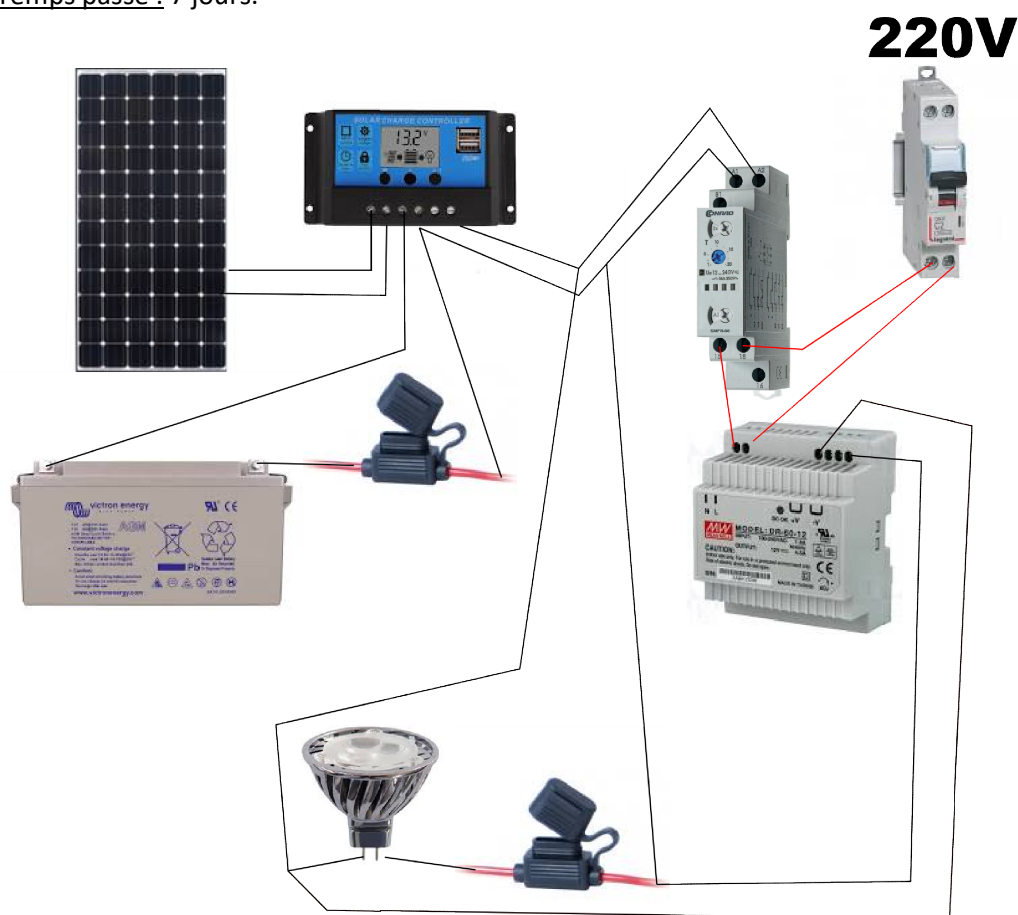


Figure 1: Principe de l'installation

Après 3 ans :

Avantage :	autonomie en cas de coupure de courant 220v
Inconvénient :	longévité de la batterie
	Coupure de l'éclairage lors de la bascule vers le secteur.

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

2. Chargeurs solaires et prises 12V.

Ayant cette énergie disponible avec les panneaux solaires et le système d'alimentation de l'éclairage déjà mis en place ;

J'ai vu l'intérêt d'utiliser ma source 12v de panneaux pour charger une grosse partie de mes objets connectés. (Téléphone, tablettes, piles rechargeable...)

J'ai donc fait un boîtier avec un convertisseur 12v-5v que j'ai relié à un concentrateur USB de récupération. Je peux ainsi sur cette « station de charge » y brancher plusieurs téléphones.

Ayant déjà testé ce procédé par le passé, Cela fait maintenant 7 ans que je n'ai pas chargé mon téléphone avec une prise 220v.



3. Prises Vertes 12v.

Pour en venir aux prises, ayant profité de la remise aux normes de la maison coté électrique, j'en ai profité pour installer des « prises vertes » alimentés en 12V identiques à des prises 220 mais avec un cache vert et une méthode de branchement qui ne peut détruire accidentellement un équipement 12v branché sur le 220V.

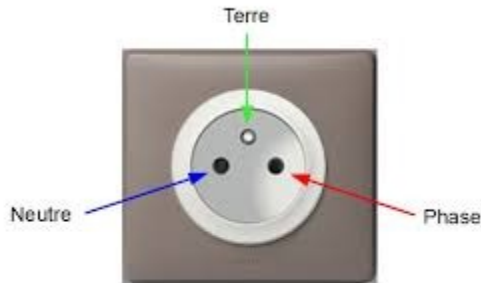


Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

En effet, la masse est celle de la prise de terre et le 12v branché sur l'équivalent du neutre de la maison.

Sachant que dans une maison la masse et le neutre doivent être au même potentiel sur un réseau 220v, il n'y a donc pas/peu de risque de courants circulants suite à un branchement accidentel sur du 220 de ces objets. (Si votre réseau est bien fait.)



Ces prises « vertes » accueillent donc mon chargeur de téléphone ainsi que d'autres réalisations en termes d'éclairage d'ambiance. Car il est très facile de faire des éclairages d'ambiances avec les articles d'un magasin de meuble suédois connu. En effet la plupart des éclairages fournis chez eux sont en 12V alimenté par un transformateur. Une fois le transfo retiré, l'éclairage est pleinement fonctionnel sur les prises 12V. (Ou par remplacement d'ampoules 220v par des 12v type E14 ou E27)



Coté dépense : le chargeur solaire 5V(électronique) m'a coûté dans les 8 euros, le reste étant de la récup.

Pendant le type d'électronique est maintenant disponible pré-câblé et moins cher tout en gardant

un bon rendement. (2euros)



Temps passé : 5 jours

4. Autoconsommation solaire.

Certaines études montrent que le bruit de fond (tous ces objets que l'on laisse connectés) représente une partie non négligeable de la consommation électrique.

J'ai donc voulu tester l'autoconsommation pour absorber en journée, une partie de ces 300W de bruit.

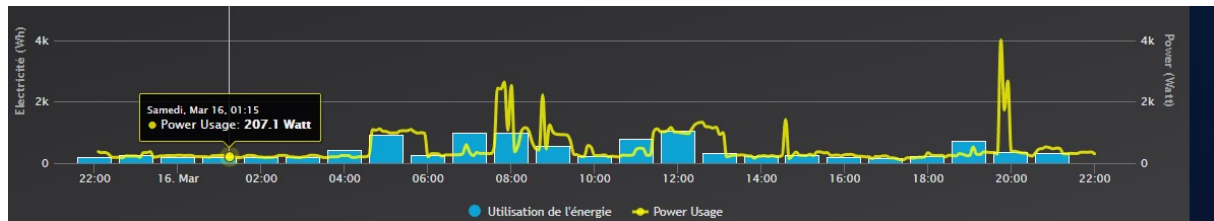


Figure 2: Exemple de bruit

Pourquoi le choix de l'autoconsommation ? Après de nombreuses recherche et études, j'en suis arrivé à la conclusion que les grandes surfaces avec revente ne peuvent être rentabilisés et au-delà de très fortes contraintes quant à l'implantation, l'usage de courants forts de + de 400V sur certaines installations peuvent potentiellement provoquer des incendies par arc électrique à cause des normes actuelles (intégration à la charpente en bois).

Le choix est donc fait d'utiliser un panneau de 250 W avec un micro-onduleur. Ceux-ci peuvent directement se brancher sur une prise 220v, ce qui réduit les risques d'incendie.

Dans mon cas, j'ai mis la sécurité beaucoup plus haute en utilisant les normes allemandes (isolation, anti foudre, fusibles, coupure du réseau automatique, etc...)

Coté fonctionnel, le résultat est au RV, par beau temps ou en été la consommation en journée est proche de 0. Le panneau de 250W, à lui seul, à produit plus de 400Kw/h en presque 2 ans. après nouvelle étude cette année, j'ai constaté que l'un des appareils de report d'information sur internet consommait à lui seul 40W, il a donc été supprimé pour augmenter la consommation (631 kw au 15 Janvier 2019)



Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

Coté Dépense : le prix du panneau et de l'onduleur seul est d'environ 500euros par contre le prix des protections associés est aussi dans les 500 euros, et donc l'ensemble n'est pas rentable à court terme dans le cadre d'un seul panneau et peut l'être à long terme. Le courant produit est d'environ 250KW/h an et représente 12% de ma consommation électrique. Dans le futur, je pense rajouter un voire 2 panneaux avec des orientations différentes pour lisser la production dans la journée.

Pour optimiser la consommation par rapport à la production, le ballon d'ECS se met en chauffe lors des pics de production.

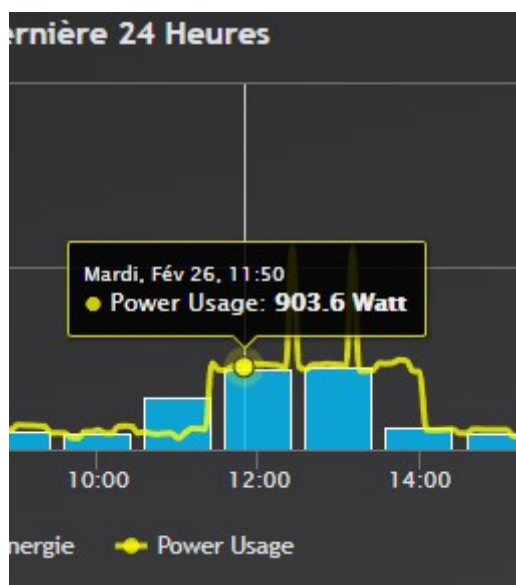


Figure 3 : courbe de consommations

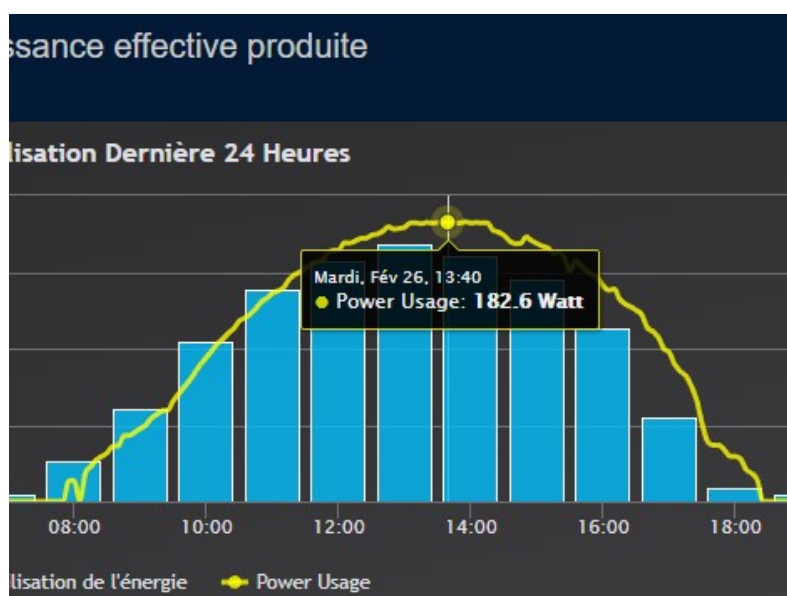


Figure 4 : courbe de production

Les journées ensoleillées sont visibles sur le graphique, et le panneau peut à lui seul produire plus de 1Kw / jour.

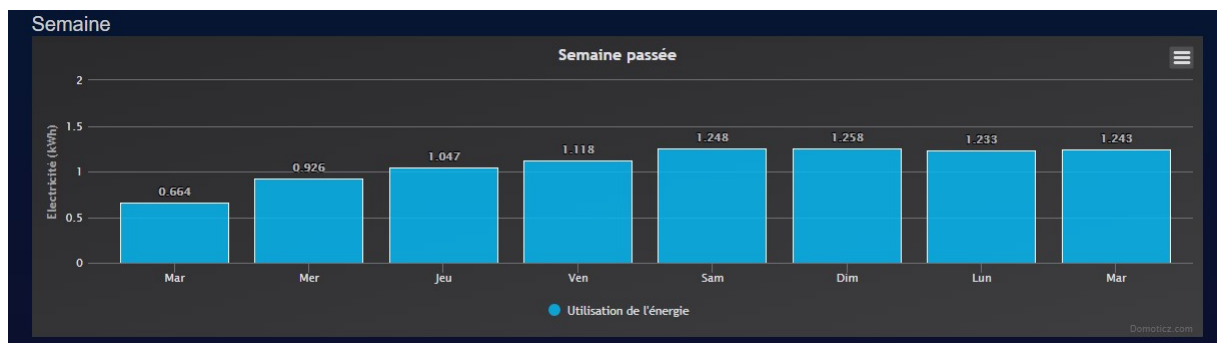


Figure 5: semaine de production en février

Le seul défaut de ce type d'installation est que toute injection gratuite sur le réseau EDF, en cas de surproduction donne lieu au paiement de la TURPE (taxe d'utilisation du réseau) ce qui est un non sens et peut freiner le développement de ce type d'installation pour un particulier.

Enfin dans un souci d'écologie, Le reste de la consommation faite est acheminé par un fournisseur d'énergie verte (mintenergie), et la production de carbone est rachetée dans des plantations d'arbres.



La prochaine évolution dans ce domaine sera de rajouter des panneaux en autoconsommation pour coller au plus près de la charge lors du pic de production.

5. Réduction de la puissance du ballon

Le ballon présent dans le cas précédent était de 2Kw, sa puissance a volontairement été baissée pour augmenter le temps de chauffe et que cela corresponde à la période de production max d'énergie.

Pour se faire, le ballon à cartouche stéatite contient 2 résistances monté en parallèle, il a donc suffit d'en débrancher une.

Elle sera probablement utilisée plus tard dans le cas d'une charge supplémentaire sur le réseau en cas de surproduction d'énergie photovoltaïque.

6. PV routeurs

Le PV routeur est un boîtier (souvent fait maison) qui analyse la consommation et la production et permet de ne pas injecter sur le réseau public, le surplus de production. Il est alors branché à une charge supplémentaire pour consommer ce surplus. Il est en général lié à un ballon d'ECS.

Les artisanaux sont souvent à base d'arduino

Plus d'information ici :

<http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?t=9409&f=16>

Pour une version industrielle

<https://solarimmersion.co.uk/>

Chauffage et ECS

7. Réduction des consommations de gaz de ville (acte1).

Le gaz, gros point noir personnel de cette maison.

La chaudière est une Frisquet de 1995, elle alimente initialement la maison en eau chaude et chauffage. L'ancienne consommation est estimée à 43000 KW/h et 104 kg/m²/an de GES.

Après étude, si je change la chaudière pour un modèle à condensation, cela n'a pas d'intérêt (pas de seuil de rentabilité). Juste un meilleur rendement.

Après de nombreuses recherches et grâce aux différentes documentations du constructeur, j'ai trouvé une solution simple : couper la chaudière la nuit, en été et pendant les heures de travail. Car chaque déclenchement de la chaudière prenait jusqu'à 0.15m³ pour une eau chaude qui ne sera pas consommée en journée. (Ce type de fonctionnement existe sur les nouvelles chaudières. (Mode absence))

Lors de mes relevés de base, la consommation pouvait aller jusqu'à 12m³ de gaz par jour (chauffage + eau).

Une fois le minuteur programmable installé, la consommation a de suite baissé et moyenné à 4.5m³ (chauffage épaulé en même temps par un chauffage à pellet).

Cette solution portait ses fruits, mais posait certaines contraintes : devoir se doucher pendant les heures programmées ou le cas contraire, devoir aller dans la cave pour forcer le fonctionnement de la chaudière pour l'ECS par une action simple sur le minuteur. Pour résoudre ce problème, de nouveaux choix ont été faits et seront détaillés par la suite.



Côté dépense, le minuteur programmable a coûté 18 euros
la rentabilité est de 1 à 2 mois environ.

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

8. Calorifugeage de la chaudière.

Lors de mes 1ers relevés à la caméra thermique, j'ai constaté que cette chaudière rayonnait copieusement.

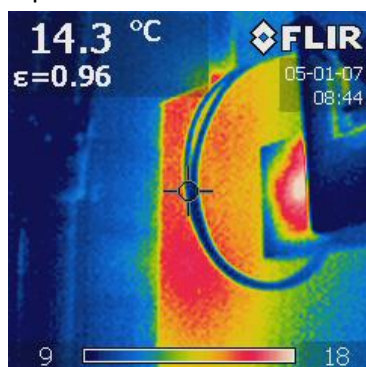


Figure 6 Avant isolation

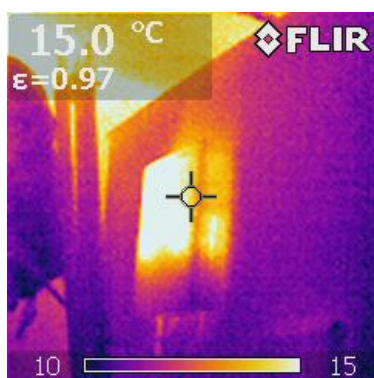


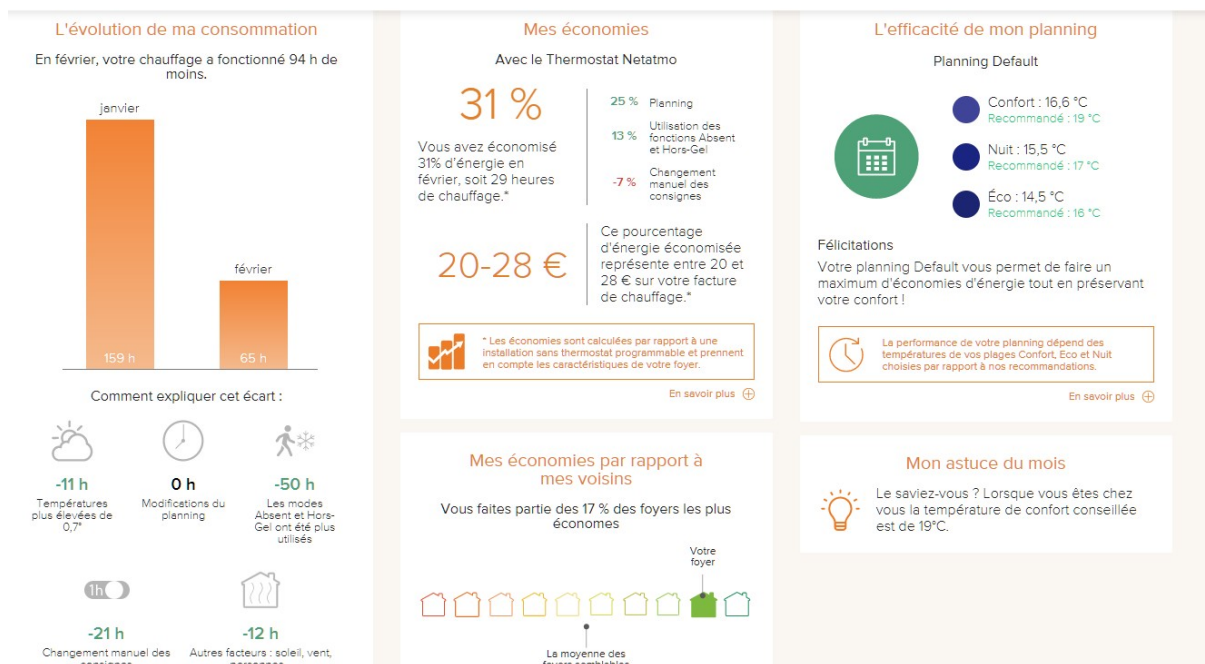
Figure 7 après isolation, la zone rayonnante est la commande du netatmo

J'ai donc fait une isolation extérieur de la chaudière avec des matériaux ignifugés (laine de roche) ce qui ne pouvait pas faire de mal dans un environnement froid qu'est la cave.

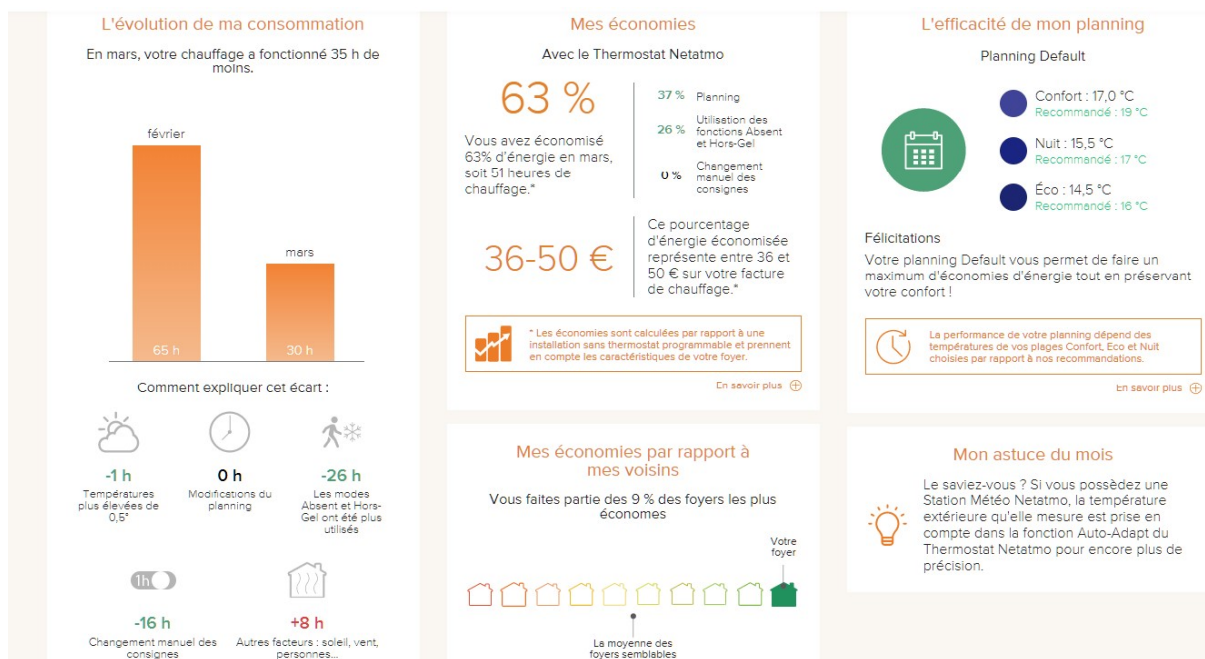
9. Réduction des consommations de gaz de ville (acte2).

Souhaitant maîtriser au plus près la consommation, j'ai fait l'acquisition d'un contrôleur du constructeur français Netatmo. Il permet de planifier au plus juste la température dans la maison. Le choix a donc été fait de sélectionner une température entre frais et confort l'hiver. (Mais épaulé par le poêle à pellet 1h le matin et 3h le soir)





Les résultats sont intéressants, puis en changeant les planning :



J'avoue, c'était un peu frais dans la maison, mais il fait bon vivre dans la pièce principale avec le poêle.

Les températures et le thermostat ont été placés au niveau de la chambre pour ne pas être impacté par le poêle.

Le projet est concluant, mais avant tout, comme nous le verrons plus tard, l'isolation c'est la clé.

Depuis cette année, les consignes de température ont été changé

(Nuit 18.5 – matin 19.5 – journée absence 17.5 –soir 19.5°) et c'est nettement plus agréable.

Coté dépense : environ 150euros et 1h pour l'installation.

La chaudière étant contrôlée aussi par le minuteur sont déclenchement était synchronisé sur le

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

Netatmo. . Ce qui au final en hiver pouvait poser des problèmes de déclenchement sur chaudière éteinte.

Une évolution pour résoudre le problème a été pensée par la suite.

10. Pose d'un chauffe-eau.

La contrainte étant toujours la même concernant l'ECS, et constatant les consommations de gaz l'été, j'ai fait le choix d'installer un chauffe-eau à stéatite. J'en ai profité pour installer aussi un limiteur de température en sortie d'eau chaude et un ballon tampon pour absorber les dilatations de l'eau chaude et ainsi éviter de gaspiller de l'eau (8L environs / jour pour 200L).

Pour éviter les pertes thermiques du ballon, j'en ai profité pour lui faire un coffrage avec 5 cm de laine de roche.

Pour éviter les chauffés intempestives, un minuteur se déclenche la nuit et vers 14h lors de mon pic de production en autoconsommation.

Cette action me fait passer de 53m³ de gaz (Eq 583KW/h) sur une période juillet août de référence à 217Kw/h électrique l'année d'après. Donc un gain sur les GES, le budget et surtout un réel confort sur le fait d'avoir de l'ECS toute la journée.



Figure 8 : type de calorifugeage

11. A savoir pour les ballons d'ECS.

Comme indiqué précédemment, il est important de placer un ballon tampon pour la dilatation de l'eau lors de la chauffe. Sans ce ballon c'est 8Litres qui partent par le goutte à goutte et donc 3M3 par an environs soit 12 euros.

il est aussi important d'installer un limiteur de température en sortie pour éviter les risques de brûlures et de gaspiller trop d'eau chaude

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

12. Réduction de la température de chauffe de l'ECS

Limiter la température de l'eau chaude dans le ballon peut être aussi une source d'économie.

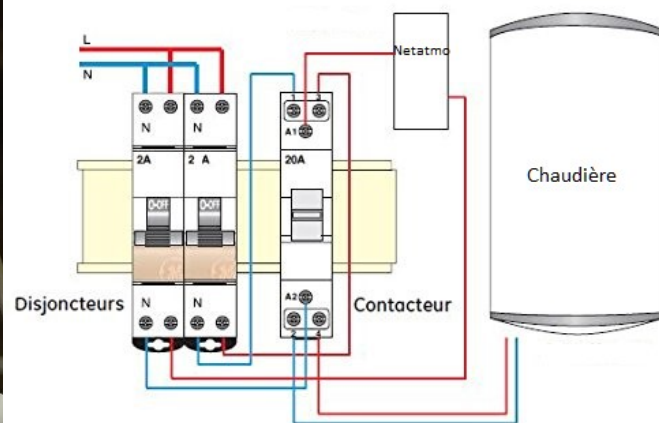
En effet, chauffer de l'eau à une température donnée T° nécessite toujours moins d'énergie qu'à $T^\circ+10$ sans compter que les pertes thermiques sont moindre.

Cependant, la température d'un ballon doit toujours dépasser 55° à chaque chauffe pour éviter tout risque de prolifération de légionellose.

13. Réduction des consommations de gaz de ville (acte3).

N'ayant plus besoin de la partie ECS, La chaudière à gaz a de nouveau été modifiée en retirant le minuteur et en contrôlant directement l'alimentation principale de celle-ci par le Netatmo (et non plus juste le circulateur).

Le Netatmo n'ayant pas la possibilité nativement de le faire, il contrôle un relai de puissance (un minuteur jour/nuit) qui va déclencher la chaudière lors des besoins de chauffe.



L'avantage de ce système est que maintenant la chaudière n'est plus dépendante du minuteur programmable et peut chauffer au plus juste, tout en étant contrôlable avec un smartphone et permet de s'adapter au mieux à une autre évolution faite plus tard sur le chauffage.

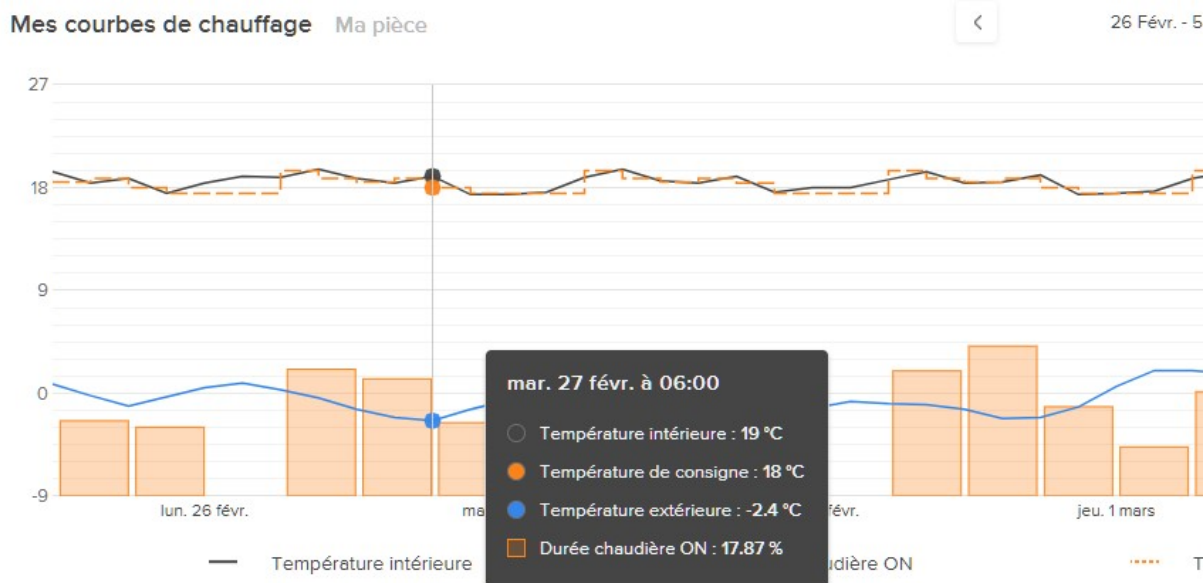


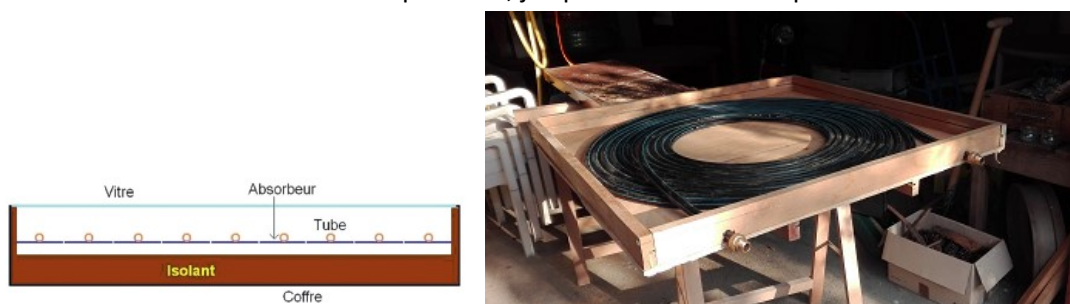
Figure 9 Courbe de chauffage au plus froid de l'hiver 2018

14. Chauffage solaire.

C'est en regardant sur des exemples sur Youtube que j'ai testé mon 1^{er} chauffage solaire.

Le concept : Faire circuler de l'eau dans une partie isolée exposé au soleil pour la faire chauffer ; la puissance théorique du soleil est de 1Kw/m².

Mon 1^{er} radiateur solaire a donc été fabriqué avec une couronne de 25m de tube polyéthylène dans un cadre en bois. Lors des tests en plein été, j'ai pu sortir de l'eau à plus de 60°.



Avec un peu de plomberie et un radiateur et circulateur d'occasion, cette installation a tourné l'hiver dernier pour chauffer la cave (eau parfois à 20°) et en résultat une élévation de la température dans la cave de 3° dans la zone chauffée.

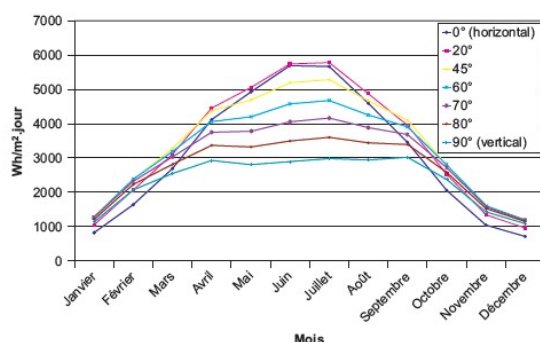
La commande de température est assurée par un thermocouple alimenté par un panneau solaire, qui contrôle un circulateur de chaudière de récupération.



Fort de cette expérience j'ai souhaité passer au stade supérieur et j'ai trouvé beaucoup d'information sur le forum de l'APPER (association pour la promotion des énergies renouvelables) et par chance il m'a été donné un radiateur solaire à tube de 3M² de surface et un autre de 2m².

Une fois installé sur le chauffage central avec un régulateur et quelques éléments de sécurité, ce radiateur arrive à alimenter tous les radiateurs de la maison à une eau proche de 30° (mesure au 15 décembre par 5° extérieur) ce qui fournis assez de chaleur en journée (à condition de soleil) pour maintenir la maison à température en décembre et la réchauffer en intersaison et évite le fonctionnement de la chaudière

Pour éviter les surchauffes en été, le panneau est actuellement positionné avec un angle de 75° correspondant globalement à la position du soleil en hiver.



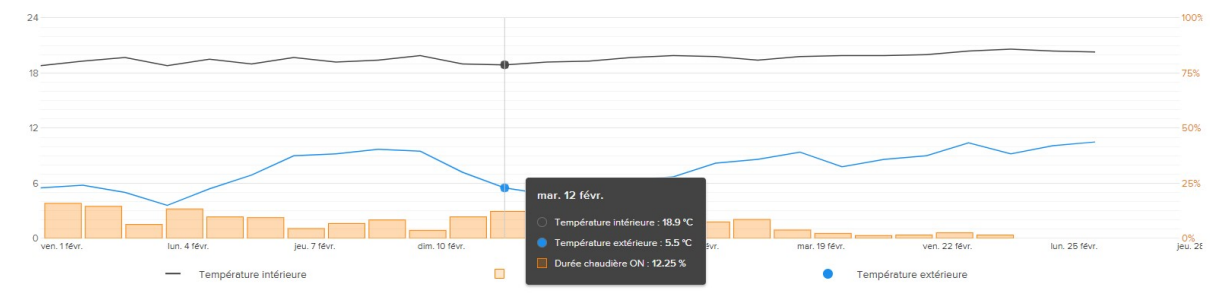
Variation de la production avec l'inclinaison

Inclinaison des panneaux	Proportion d'énergie récupérée entre été et hiver
0 ou 20°	5 à 6 fois plus en été
60°	4,5 fois plus en été
70°	4 fois plus en été
80°	3,5 fois plus en été
90°	3 fois plus en été

Figure 10 source APPER

Pour gérer la chauffe des radiateurs, un contrôleur a été installé pour commander le circulateur. Il compare la température de l'eau dans le circuit par rapport au radiateur solaire. Lorsque le delta dépasse 5°, le circulateur se met en marche sur une hystérésis de 3°.

L'installation des 3m² est un franc succès, sur un mois de février ensoleillé (0-12°), la maison est en quasi autonomie (19.5-21°) et la chaudière ne s'allume qu'au petit matin au pire des cas.



La perfection aurait été que ce panneau chauffe un ballon tampon pour stocker cette énergie, mais faute de moyen, le choix a été fait sur une consommation instantanée.

Un futur projet sera d'utiliser cette chaleur disponible pour chauffer l'eau chaude sanitaire ou préchauffer l'eau de la machine à laver, probablement par l'ajout d'un échangeur eau/eau.

Les possibilités de ce système sont tellement grandes que pour imaginer la puissance disponible, le généreux donateur du panneau avait 9m² plein sud et portait à ébullition 600l d'eau en été...

Dépense : le chauffage solaire m'a été donné, un chauffage fait maison à une version pro tourne entre 50 et 200euro/m²

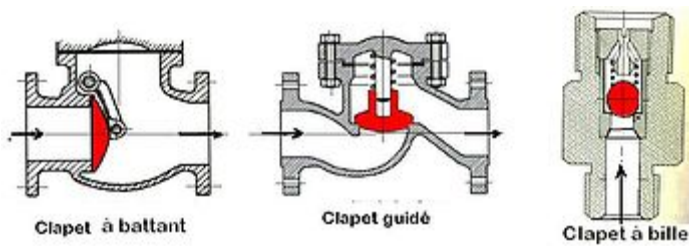
le circulateur d'occasion dans les 50 euros et un peu de plomberie pour la connexion.

Le contrôleur, dans les 90 euros.

Petite précision, le chauffage solaire étant branché directement sur le circuit de chauffage sans ballon échangeur, il est important que le circuit en sortie de chaudière et panneau thermique aient des clapets anti retour pour éviter de chauffer l'extérieur ou uniquement la chaudière, ce qui n'a bien sûr pas d'intérêt.

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com



Temps: 1semaine

15. Autre Chauffage solaire

Voici le détail d'une autre installation solaire que j'ai pu installer.

2 panneaux solaires thermiques pour faire de l'ECS et du préchauffage radiateur / ECS

Les panneaux ont été montés en boucle de Tickelman pour maximiser le rendement

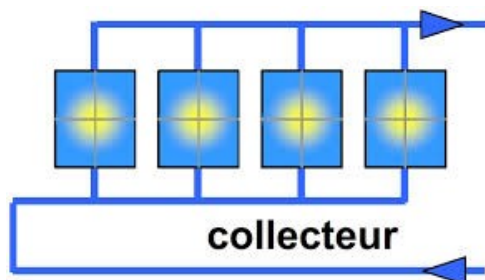
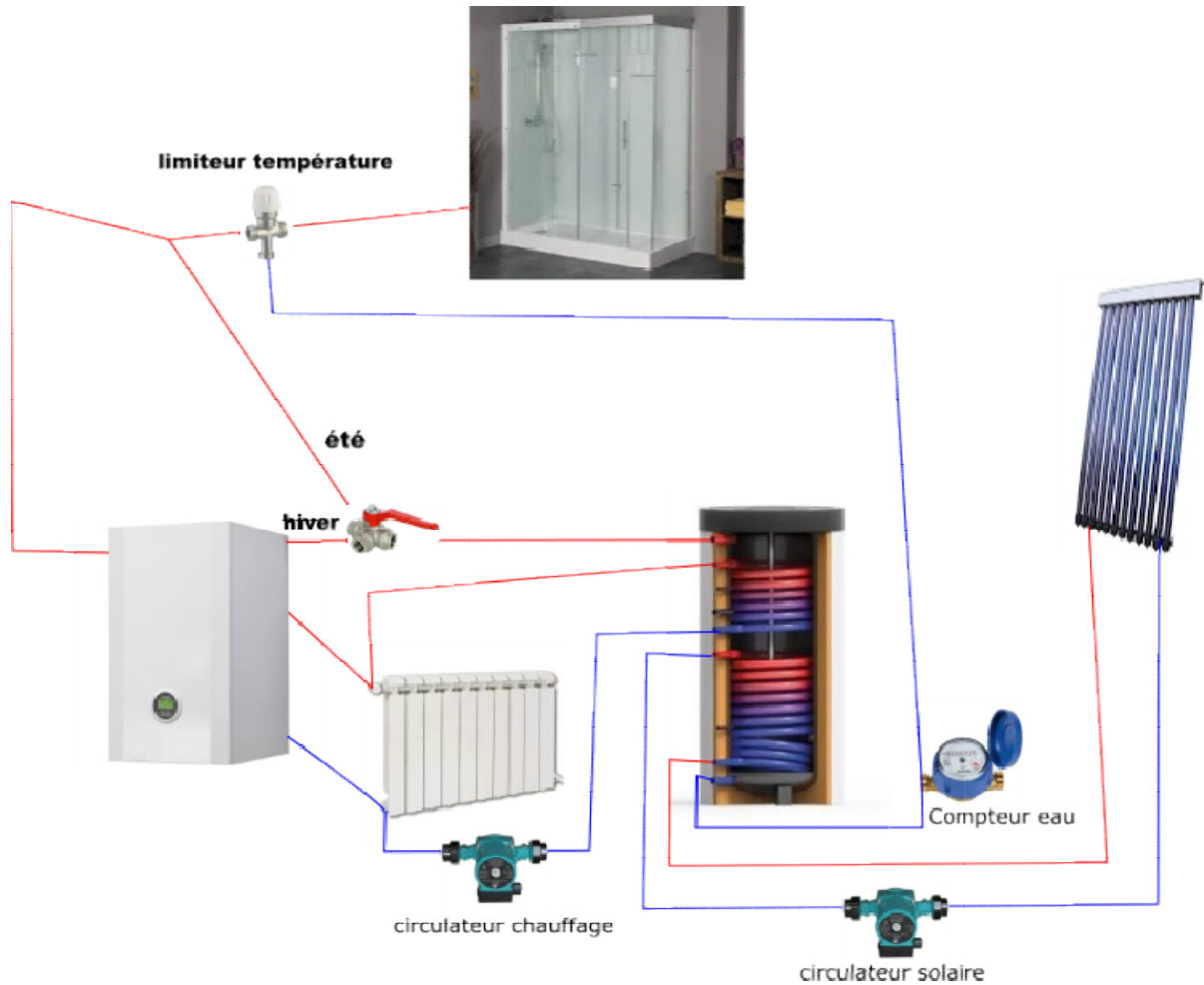


Figure 11 : Principe de la Boucle de Tickelman



L'idée :



Été :

La chaudière sera à l'arrêt et les vannes Panneau/radiateur et Panneaux/ECS chaudières seront fermées. La vanne Ballon direct sera ouverte.

L'eau du panneau solaire sera redirigée vers le ballon qui chauffera en journée.

La circulation de l'eau solaire dans le ballon est assurée par un circulateur.

En cas de soleil absent la chauffe du ballon est assurée par une résistance chauffante.

Hiver:

La chaudière sera en marche à certaines heures et les vannes Panneau/radiateur et Panneaux/ECS chaudières seront ouvertes.

La vanne Ballon direct sera fermée.

L'eau du panneau solaire sera redirigée vers le ballon qui chauffera en journée.

La pompe de circulation radiateur sera active si la t° de l'eau dans le ballon est supérieure aux radiateurs.

L'ECS est préchauffé par son passage dans le ballon puis réchauffé par la chaudière le matin et pour limiter la charge sur la chaudière.

Dernière version sur <https://github.com/xlyric/renovation-energetique>

Remerciement, question, micro-don paypal : cyril.poissonnier@gmail.com

Pour rappel, concernant les panneaux solaire thermique, la puissance au m² est beaucoup plus grande. Il faut donc faire attention de ne surtout pas sur dimensionner la quantité de panneau solaire thermique. Il peut y avoir des risques de surchauffe et donc de brûlure par vapeur voir pire.

Il existe des abaques sur le net pour calculer les besoins. Dans le 2eme cas, j'ai pris 90% des besoins, tout en limitant la chauffe l'été.

Il est aussi important d'installer un clapet de surpression à l'extérieur (7 bars) pour limiter les risques.

16. Les fournisseurs d'énergies

Pour faire simple, un autre moyen de faire des économies, c'est aussi de choisir un fournisseur (vert si possible) qui soit autre que EDF. Il est souvent possible d'obtenir -10 à -15% sur le tarif réglementé.

Personnellement j'utilise [Mint Energie](#) car garantie en énergie verte , mais il existe aussi [Enercoop](#) qui bien que plus cher, est un fournisseur coopératif.

17. Les aides disponibles :

A l'heure de ces lignes, il existe des primes énergies et des crédits d'impôts pour la rénovation énergétique, mais dans la mesure où certaines de ces aides sont limitées (crédit d'impôts limité à 7500 euros par personne / 5 ans) , il est important de pouvoir utiliser ses aides principalement pour l'isolation. C'est à mon sens le meilleur impact en terme de Retour sur investissement / énergie grise / impact sur la planète. Certaines de mes installations est un plus non négligeable.

18. Mes résultats

Pour ma part avec tout un lot de travaux, je suis passé de 2500 euros de gaz à 550 euros en 4 ans 12 % de mon électricité est autoconsommée. La maison est pour l'instant légèrement meilleure que la réglementation RT 2005.

Le bilan pourrait être meilleur avec l'ajout d'un ballon d'ECS solaire et rajouter un voir 2 panneaux solaire en autoconsommation. C'est une solution envisageable car le prix des panneaux et micro inverter à baissé.

19. Bibliographie

- Le site de [l'APPER](#) qui est une vraie mine d'information
- [Le livre qui a été fait par plusieurs de ces membres](#)
- L'ADEME pour certaines normes
- [Le guide du développement durable de la ville de Bruxelles](#) (très complet)